

Original Research Paper

Inovasi Teknik Pirolisis Asap Cair Berbasis Green Technology Untuk Meningkatkan Produktivitas Kelompok Usaha Arang Sekam Di Kabupaten Gowa

A. Afrinaramadhani Hatta^{1*}, Irwandi Rahmat¹, Putri Damayanti¹, Sitti Saenab¹, Nur Indah Sari¹

¹Program Studi Pendidikan IPA, FMIPA, Universitas Negeri Makassar, Indonesia;

DOI: <https://doi.org/10.29303/jpmipi.v8i3.12677>

Sitasi: Hatta, A. A., Rahmat, I., Damayanti, P., Saenab, S., & Sari, N. I. (2025). Inovasi Teknik Pirolisis Asap Cair Berbasis Green Technology Untuk Meningkatkan Produktivitas Kelompok Usaha Arang Sekam Di Kabupaten Gowa. *Jurnal Pengabdian Magister Pendidikan IPA*, 8(3)

Article history

Received: 7 Mei 2025

Revised: 25 Agustus 2025

Accepted: 31 Agustus 2025

*Corresponding Author:

A. Afrina Ramadhani,
FMIPA, Universitas Negeri
Makassar, Indonesia;

Email:

afrinaramadhani@unm.ac.id

Abstrak: Kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini bertujuan untuk meningkatkan kapasitas kelompok usaha arang sekam di Kabupaten Gowa melalui penerapan teknologi pirolisis berbasis *green technology*. Permasalahan utama yang dihadapi mitra meliputi rendahnya kualitas produk, polusi akibat pembakaran terbuka, kemasan yang kurang menarik, serta keterbatasan akses pemasaran. Program ini dilaksanakan melalui beberapa tahapan, yaitu sosialisasi, pelatihan teknis, pendampingan penerapan teknologi, serta evaluasi berkelanjutan. Pelatihan mencakup penggunaan alat pirolisis modern untuk menghasilkan arang sekam dan asap cair, pengemasan produk yang lebih praktis dan menarik, serta strategi pemasaran digital berbasis media sosial dan e-commerce. Hasil evaluasi menunjukkan adanya peningkatan signifikan pada aspek pengetahuan, keterampilan, produktivitas, manajemen usaha, manfaat kegiatan, relevansi materi, kepraktisan teknologi, serta dampak lingkungan. Nilai pengetahuan meningkat dari 2 menjadi 4, keterampilan dari 2 menjadi 3, produktivitas dari 2 menjadi 4, dan manajemen usaha dari 2 menjadi 5. Peningkatan ini menegaskan bahwa teknologi pirolisis mampu menghasilkan produk berkualitas sekaligus ramah lingkungan, sejalan dengan prinsip *circular economy*. Diversifikasi produk melalui pemanfaatan biochar dan asap cair juga membuka peluang pasar yang lebih luas, terutama dengan dukungan pemasaran digital. Dengan demikian, kegiatan ini tidak hanya meningkatkan produktivitas dan daya saing usaha mikro, tetapi juga memberikan kontribusi nyata terhadap pengelolaan limbah pertanian, peningkatan pendapatan masyarakat, dan pencapaian Tujuan Pembangunan Berkelanjutan (SDGs).

Kata Kunci: Pirolisis, asap cair, Arang sekam, green technology

Pendahuluan

Sektor pertanian di Indonesia memiliki kontribusi besar terhadap perekonomian, namun limbah hasil pertanian seringkali belum dimanfaatkan secara optimal. Menurut (Fitri & Hamdi, 2024) limbah pertanian memiliki potensi besar sebagai sumber energi alternatif maupun bahan baku produk bernilai tambah, namun sebagian besar masih berakhir sebagai limbah yang

tidak termanfaatkan secara maksimal. Hal ini sejalan dengan temuan (Lina Sudarwati & Nasution, 2024) yang menekankan pentingnya modernisasi pengelolaan pertanian, termasuk pemanfaatan limbah, untuk mendukung ketahanan pangan dan keberlanjutan ekonomi.

Di Kabupaten Gowa, Sulawesi Selatan, limbah sekam padi hanya dibuang atau dibakar secara terbuka, menimbulkan polusi udara dan menurunkan kualitas lingkungan. Salah satu

kelompok usaha rumah tangga di Kelurahan Mawang, Kecamatan Somba Opu, mencoba mengolah sekam padi menjadi arang sekam. Namun, proses produksi yang masih tradisional menimbulkan berbagai kendala: (1) kualitas produk tidak konsisten, karena pembuatan arang sekam masih sederhana (2) polusi udara dari pembakaran terbuka, memberikan dampak langsung pada kualitas udara disekitar pemukiman (3) pengemasan produk kurang menarik, serta (4) pemasaran masih terbatas secara local sehingga produk tidak menjangkau pasar yang lebih luas. Hal ini menghambat daya saing dan keberlanjutan usaha mereka. Secara keseluruhan, kelompok usaha pembuatan arang sekam ini masih menghadapi tantangan yang menghambat potensi dan produktivitas usaha mereka.

Potensi sekam padi sebagai bahan baku bernilai ekonomi sebenarnya cukup besar. Selain dapat diolah menjadi arang sekam yang berguna sebagai media tanam, sekam padi juga dapat diproses menjadi asap cair yang berguna sebagai pupuk organik cair dan pengawet alami, serta berpotensi dalam bidang pangan dan kesehatan. Menurut penelitian (Sari et al., 2015) arang sekam menghasilkan asap cair yang memenuhi standar kualitas jepang, selain itu menurut (Sari, Y. P., Tuti, H. K., & Nindhiani, 2025) asap cair hasil pirolisis sekam padi terbukti mengandung senyawafenolik, asam asetat dan senyawa organik lain yang bermanfaat sebagai pestisida nabati. Dengan manajemen yang tepat, limbah ini tidak hanya mengurangi dampak lingkungan, tetapi juga menjadi sumber pendapatan tambahan bagi masyarakat.

Inovasi teknologi, seperti pirolisis berbasis green technology, menjadi strategi penting untuk menangani tantangan tersebut. Teknologi pirolisis modern mampu mengubah sekam padi menjadi arang berkualitas dengan emisi rendah, serta menghasilkan asap cair sebagai produk sampingan. Dengan penerapan teknologi ini, proses pengolahan sekam padi dapat berlangsung lebih efisien, menghasilkan produk yang lebih konsisten, sekaligus mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan dan kesehatan Masyarakat. Menurut penelitian (Syarief et al., 2024) senyawa bioaktif yang terkandung dalam asap cair dapat menekan serangan hama *L. oratorius*, sehingga dapat dijadikan pestisida nabati.

Pada sisi, diversifikasi produk melalui pemanfaatan arang sekam untuk pirolisis cair berpotensi meningkatkan pendapatan masyarakat, memperluas peluang pasar, serta mendukung pengembangan usaha mikro berbasis sumber daya lokal secara berkelanjutan. Untuk itu, akses pasar menjadi aspek krusial bagi pengembangan usaha mikro. Strategi pemasaran digital dengan kemasan modern dan branding efektif dapat meningkatkan daya tarik produk. Menurut (Sharabati et al., 2024) penerapan strategi digital marketing termasuk iklan daring, media sosial, SEO, dan keterlibatan pelanggan secara signifikan meningkatkan, serta difasilitasi oleh transformasi digital. Hal ini menunjukkan bahwa integrasi antara inovasi teknologi produksi dan pemanfaatan strategi pemasaran digital tidak hanya memperkuat daya saing produk lokal, tetapi juga membuka peluang baru dalam ekosistem ekonomi kreatif yang berkelanjutan.

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini hadir sebagai solusi yang menyeluruh, menitikberatkan pada aspek teknis produksi (pirolisis ramah lingkungan) dan pemahaman pasar modern melalui pelatihan pengemasan serta pemasaran digital. Diharapkan, intervensi ini meningkatkan produktivitas dan kualitas produk, sekaligus menciptakan dampak sosial-ekonomi yang lebih luas, seperti peningkatan pendapatan masyarakat, pengurangan polusi, dan munculnya peluang usaha baru ke depan.

Metode

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini dilaksanakan melalui beberapa tahapan yang dirancang secara sistematis untuk menjawab permasalahan mitra, yaitu kelompok usaha pengolah sekam padi di Kecamatan Somba Opu, Kabupaten Gowa. Tahapan pertama adalah sosialisasi, yang dilakukan untuk memberikan pemahaman awal mengenai pentingnya pengelolaan limbah pertanian dengan teknologi ramah lingkungan serta peluang pengembangan usaha berbasis inovasi. Sosialisasi ini melibatkan mitra secara aktif melalui diskusi kelompok, presentasi, dan tanya jawab agar tercapai kesamaan persepsi mengenai urgensi penerapan teknologi pirolisis.

Selanjutnya dilakukan pelatihan teknis, yang mencakup tiga fokus utama, yaitu (1)

pelatihan penggunaan teknologi pirolisis berbasis *green technology* untuk menghasilkan asap cair dari arang sekam, (2) pelatihan pengemasan produk dengan desain yang lebih modern, praktis, dan ramah lingkungan, serta (3) pelatihan strategi pemasaran digital melalui pemanfaatan media sosial, platform e-commerce, dan teknik promosi daring lainnya. Metode pelatihan dilaksanakan dengan pendekatan teori dan praktik secara langsung, sehingga peserta tidak hanya memahami konsep, tetapi juga mampu menguasai keterampilan teknis yang dibutuhkan.

Tahapan berikutnya adalah penerapan teknologi, yaitu pendampingan langsung dalam proses produksi menggunakan alat pirolisis modern. Pada tahap ini, peserta diarahkan untuk mengoperasikan peralatan, mengendalikan suhu pembakaran, serta memanfaatkan produk yang dihasilkan, baik berupa arang sekam maupun asap cair. Proses ini memastikan terjadinya transfer teknologi sekaligus penguatan kapasitas produksi mitra.

Untuk menjaga keberlanjutan hasil, kegiatan dilanjutkan dengan pendampingan intensif dan evaluasi. Pendampingan dilakukan secara berkala agar mitra dapat mengatasi kendala teknis maupun manajerial yang muncul dalam praktik sehari-hari. Sementara itu, evaluasi dilakukan melalui pengukuran indikator keberhasilan, meliputi peningkatan pengetahuan, keterampilan, produktivitas, kualitas produk, manajemen usaha, dan daya saing di pasar.

Tahap akhir adalah perumusan strategi keberlanjutan program, yang mendorong mitra agar mampu mengembangkan usaha secara mandiri dengan memanfaatkan teknologi dan strategi pemasaran digital yang telah dipelajari. Dengan demikian, kegiatan ini tidak hanya menghasilkan peningkatan jangka pendek, tetapi juga memberikan dampak jangka panjang berupa tumbuhnya kemandirian usaha mikro berbasis sumber daya lokal serta pengelolaan limbah yang lebih ramah lingkungan.

Hasil dan Pembahasan

Program Kemitraan Masyarakat (PKM) Inovasi teknik pirolisis asap cair berbasis *green technology* untuk meningkatkan produktivitas kelompok usaha arang sekam dilaksanakan di

Kelurahan Mawang, Kecamatan Somba Opu, Kabupaten Gowa meliputi tahapan sosialisasi, pelatihan, pendampingan penerapan alat pirolisis cair dan evaluasi. Alat inovasi yang diberikan berupa alat pirolisis cair. Produk yang dihasilkan berupa asap cair grade 3.

Kegiatan sosialisasi dilakukan kepada mitra untuk memberikan pemahaman awal tentang pengelolaan limbah pertanian dengan teknologi ramah lingkungan untuk menghasilkan produk inovasi berupa asap cair. Kegiatan ini membantu mitra untuk mencari Solusi dari tantangan yang dihadapi dalam pengelolaan limbah pertanian. Selain itu juga meningkatkan pemahaman dan keterampilan dalam menghasilkan produk inovasi dari pemanfaatan limbah pertanian dan membuka peluang bisnis yang lain sehingga dapat meningkatkan hasil produktivitas. Dokumentasi sosialisasi dengan mitra dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Kegiatan Sosialisasi kepada Mitra

Selanjutnya kegiatan pelatihan dilakukan dalam beberapa sesi, yaitu pelatihan teknik pembuatan arang sekam ramah lingkungan dan pirolisis cair dengan fokus pada pengajaran cara-cara efisien dalam perakitan dan penerapan alat pembuatan arang sekam dan mesin pirolisis untuk menghasilkan asap cair yang ramah lingkungan. Selanjutnya dilakukan pelatihan pengemasan produk agar tidak hanya menarik secara visual tetapi juga praktis dan aman untuk produk arang sekam dan asap cair. Terakhir pelatihan dalam pemasaran yang berfokus dalam mengembangkan keterampilan dalam pemasaran secara digital dan pengelolaan berkelanjutan. Dokumentasi kegiatan pelatihan dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2. Kegiatan Pelatihan Pembuatan Asap Cair

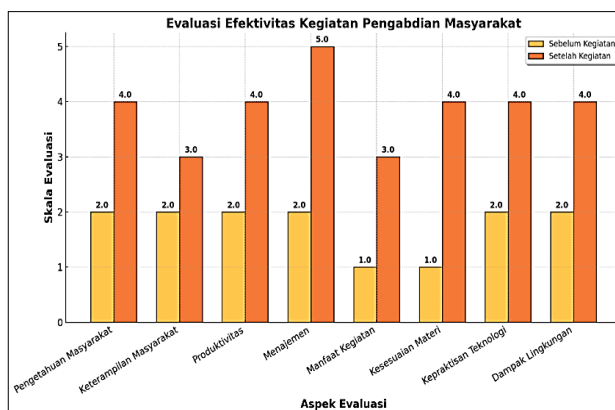
Pemanfaatan hasil limbah pertanian berupa sekam padi yang diolah menjadi arang sekam dan asap cair terbukti mampu meningkatkan produktivitas pertanian sambil menekan emisi gas yang menjadi masalah polusi yang dihadapi masyarakat sekitar. Menurut (Hasjim, 2020), masih banyak petani yang belum dapat mengelola limbah sekam menjadi arang sekam yang memiliki nilai ekonomi yang tinggi. Selain itu kelompok usaha yang memanfaatkan limbah sekam padi menjadi arang sekam menghadapi tantangan berupa penggunaan teknologi yang masih sederhana dengan pembakaran sehingga menghasilkan sejumlah besar asap yang menyebabkan polusi udara yang signifikan. Menurut hasil penelitian (Wahdiniwaty et al., 2019) dijelaskan bahwa polusi udara yang dihasilkan oleh kegiatan industri skala kecil seperti ini dapat mempengaruhi kualitas udara dan kesehatan masyarakat yang tinggal di sekitar lokasi industri. Dengan menggunakan alat inovasi pirolisis menjadi solusi untuk mengurangi polusi udara dengan mengubahnya menjadi asap cair yang memiliki manfaat sebagai bioinsektisida. Hasil asap cair yang dihasilkan dapat dilihat pada gambar 3.



Gambar 3. Produk Asap Cair

Asap cair merupakan salah satu produk hasil pirolisis biomassa yang memiliki potensi luas dalam bidang pangan dan lingkungan. Senyawa yang terkandung di dalamnya seperti asam asetat, fenol dan karbonil yang bersifat antimikroba dan insektisida. Menurut (Amrullah et al., 2023), komposisi asap cair sangat dipengaruhi oleh jenis biomassa yang digunakan, di mana kandungan asam organik dan fenol yang tinggi berperan dalam menghambat pertumbuhan mikroorganisme patogen dan menurunkan aktivitas serangga perusak. Hasil studi lain juga menegaskan bahwa asap cair hasil pirolisis sekam padi mampu menekan serangan hama pada tanaman hortikultura secara signifikan dan berpotensi sebagai bioinsektisida (Syarief & Erdiansyah, 2022)

Tahapan evaluasi dilakukan dengan menggunakan kusioner yang diberikan kepada mitra pengabdian untuk mengukur tingkat efektivitas kegiatan pengabdian masyarakat. Adapun hasil evaluasi dapat dilihat pada gambar 4.



Gambar 4. Hasil evaluasi efektivitas Kegiatan Pengabdian Masyarakat

Berdasarkan hasil evaluasi kegiatan pengabdian masyarakat yang telah dilakukan, terlihat adanya peningkatan signifikan pada setiap aspek yang dievaluasi. Aspek pengetahuan masyarakat menunjukkan peningkatan dari nilai 2 (rendah) menjadi 4 (baik), menandakan bahwa peserta memiliki pemahaman yang lebih baik terkait teknologi pirolisis setelah pelaksanaan kegiatan. Aspek keterampilan masyarakat juga meningkat, meskipun tidak sebesar aspek lainnya, yakni dari nilai 2 menjadi 3, mengindikasikan perlunya pendampingan lanjutan agar keterampilan ini semakin meningkat.

Aspek produktivitas mengalami peningkatan yang cukup baik dari nilai 2 menjadi 4,

mencerminkan keberhasilan kegiatan dalam meningkatkan produksi arang sekam berkualitas. Selanjutnya, aspek manajemen menjadi aspek dengan perubahan paling tinggi, dari nilai awal 2 meningkat signifikan menjadi 5, yang berarti peserta berhasil menerapkan manajemen usaha secara efektif setelah mengikuti kegiatan ini.

Manfaat kegiatan juga terlihat jelas meningkat dari nilai 1 (sangat rendah) menjadi 3 (cukup baik), yang mengindikasikan bahwa peserta mulai merasakan manfaat nyata dari teknologi pirolisis ini. Kesesuaian materi dengan kebutuhan peserta pun meningkat signifikan dari nilai 1 menjadi 4, menandakan materi yang diberikan sangat relevan dengan kebutuhan peserta. Sementara itu, aspek kepraktisan teknologi dan dampak lingkungan keduanya menunjukkan peningkatan dari nilai 2 menjadi 4, menunjukkan bahwa teknologi pirolisis mudah diterapkan dan memberikan manfaat positif terhadap lingkungan.

Pengabdian inovasi teknik pirolisis asap cair berbasis green technology untuk meningkatkan produktivitas kelompok usaha arang sekam memberikan hasil yang cukup signifikan dalam peningkatan kapasitas mitra. Berdasarkan hasil evaluasi kegiatan pengabdian masyarakat yang telah dilaksanakan, tampak jelas bahwa pengenalan teknologi pirolisis mampu memberikan dampak positif terhadap mitra sasaran, khususnya kelompok usaha arang sekam di Kabupaten Gowa. Hasil evaluasi menunjukkan peningkatan signifikan dalam berbagai aspek setelah pelaksanaan kegiatan.

Kenaikan yang mencolok pada aspek pengetahuan masyarakat (dari 2 menjadi 4) menunjukkan bahwa proses sosialisasi dan edukasi terkait teknologi pirolisis berjalan efektif, peserta memahami teknologi dengan lebih baik. Meski demikian, beberapa peserta masih memerlukan pendampingan lanjutan agar dapat mencapai kemandirian penuh, terutama dalam mengatur suhu pirolisis optimal untuk menghasilkan arang sekam berkualitas dan asap cair dengan kandungan senyawa bioaktif yang stabil. Hasil ini selaras dengan temuan (Novika et al., 2023) yang menekankan bahwa kontrol proses sangat menentukan mutu arang sekam maupun asap cair yang dihasilkan.

Peningkatan signifikan pada aspek produktivitas dari nilai 2 menjadi 4 menunjukkan bahwa peserta mampu mengaplikasikan teknologi pirolisis untuk meningkatkan kualitas produk,

terutama arang sekam yang dihasilkan. Hal ini juga selaras dengan peningkatan yang sangat tinggi dalam aspek manajemen usaha (dari nilai 2 menjadi 5), menegaskan bahwa selain peningkatan keterampilan teknis, kegiatan pengabdian ini sukses dalam membangun kapasitas peserta dalam pengelolaan usaha secara profesional dan terstruktur. Pengaplikasian teknologi pirolisis ini menunjukkan adanya efisiensi waktu produksi dibandingkan metode pembakaran tradisional. Kapasitas produksi meningkat, dengan hasil arang sekam seragam dan asap cair dapat dimanfaatkan secara langsung. Penelitian (Syarief et al., 2024) asap cair mampu menurunkan serangan hama walang sangit pada tanaman padi sehingga dapat meningkatkan produk.

Aspek manfaat kegiatan yang meningkat dari nilai sangat rendah (1) ke cukup baik (3) menunjukkan bahwa peserta mulai merasakan manfaat nyata secara ekonomi maupun praktis dari teknologi pirolisis. Selain itu, kesesuaian materi pelatihan yang meningkat tajam (dari nilai 1 menjadi 4) menegaskan bahwa materi pelatihan telah sangat tepat sasaran dan relevan dengan kebutuhan masyarakat. Begitu pula dalam aspek kepraktisan teknologi dan dampak lingkungan, keduanya meningkat signifikan (dari nilai 2 menjadi 4), mengindikasikan bahwa peserta melihat teknologi pirolisis sebagai solusi praktis yang dapat diterapkan sehari-hari, sekaligus membantu dalam pengelolaan limbah secara berkelanjutan.

Secara keseluruhan, kegiatan pengabdian ini berhasil meningkatkan hampir seluruh aspek yang dievaluasi, dengan pencapaian tertinggi terdapat pada aspek manajemen usaha dan relevansi materi kegiatan. Untuk hasil yang lebih optimal di masa depan, disarankan agar pendampingan lebih lanjut terus dilakukan, khususnya dalam peningkatan keterampilan peserta secara praktis. Dari hasil evaluasi ini dapat disimpulkan bahwa kegiatan pengabdian berhasil memenuhi tujuannya, yaitu peningkatan kapasitas, pengetahuan, serta keterampilan kelompok peternak sapi dalam menerapkan teknologi yang ramah lingkungan dan bernilai ekonomis tinggi. Untuk memastikan dampak jangka panjang, sangat direkomendasikan untuk melaksanakan kegiatan tindak lanjut berupa pelatihan lanjutan, pendampingan intensif, serta dukungan teknis secara berkelanjutan.

Kesimpulan

Kegiatan pengabdian masyarakat melalui pelatihan teknologi pirolisis berbasis sekam padi telah berhasil meningkatkan kapasitas mitra, baik dari segi pengetahuan, keterampilan, maupun manajemen usaha. Peserta mampu memahami dan mempraktikkan proses produksi biochar dan asap cair secara lebih efektif, meskipun sebagian masih membutuhkan pendampingan lanjutan untuk mencapai kemandirian penuh dalam pengaturan suhu dan kontrol mutu produk. Penerapan teknologi pirolisis terbukti memberikan manfaat ganda, yaitu menghasilkan produk bernilai tambah sekaligus menekan dampak negatif terhadap lingkungan, sehingga sejalan dengan prinsip *green technology* dan *circular economy*. Diversifikasi produk melalui pemanfaatan biochar sebagai media tanam dan asap cair sebagai bioinsektisida membuka peluang pasar yang lebih luas, terutama ketika didukung oleh strategi pemasaran digital.

Ucapan Terima Kasih

Ucapan terima kasih kami sampaikan kepada Direktorat Riset, Teknologi, dan Pengabdian kepada Masyarakat (DRTPM), Ditjen Diktiristek Kemendikbudristek atas dukungan pendanaan melalui Hibah Pengabdian kepada Masyarakat Tahun 2025. Kami juga berterima kasih kepada Rektor Universitas Negeri Makassar atas arahan dan kesempatan yang diberikan untuk kelancaran kegiatan ini. Terima kasih kami juga ucapkan kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat (LP2M) UNM, Dekan FMIPA UNM, Ketua Prodi Pendidikan IPA atas dukungan dan bimbingannya. Penghargaan yang sama kami sampaikan kepada mitra kelompok usaha pengolah sekam padi di Kecamatan Somba Opu, Kabupaten Gowa, yang telah berpartisipasi aktif pada setiap tahapan kegiatan, mulai dari sosialisasi, pelatihan, hingga pendampingan. Apresiasi juga ditujukan kepada tim pelaksana dan mahasiswa pendukung yang telah memberikan kontribusi nyata dalam keberhasilan program ini.

Daftar Pustaka

Amrullah, S., A. B., & Faisal, M. (2023). *Karakteristik Asap Cair Tempurung Kelapa, Cangkang Kemiri*, 8(2), 48–54.

- Fitri, N. C., & Hamdi, H. (2024). Systematic Literature Review (Slr): Sumber Energi Terbarukan : Potensi Kotoran Ternak Dan Limbah Pertanian Untuk Produksi Biogas Berkelanjutan. *Jurnal Energi Baru Dan Terbarukan*, 5(1), 57–69. <https://doi.org/10.14710/jebt.2024.21961>
- Hasjim, S. et al. (2020). Pemanfaatan Limbah Pertanian sebagai Biochar dan LIquid Smoke untuk Pakan Aditif Ternak Warga Desa Sukogidri-Kabupaten Jember. *Jurnal Abdidas*, 1(3), 149–156.
- Lina Sudarwati, & Nasution, N. F. (2024). Upaya Pemerintah dan Teknologi Pertanian dalam Meningkatkan Pembangunan dan Kesejahteraan Petani di Indonesia. *Jurnal Kajian Agraria Dan Kedaulatan Pangan (JKAKP)*, 3(1), 1–8. <https://doi.org/10.32734/jkakup.v3i1.15847>
- Novika, S., Khairiah, K., Gami, E. R. P., Hasibuan, A., Yani, F., Haryadi, J., & Harahap, R. H. (2023). Pembuatan Biochar Dan Asap Cair Dalam Upaya Meningkatkan Nilai Ekonomis Limbah Sekam Padi Di Desa Ujung Rambe Kecamatan Bangun Purba. *Amaliah: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 7(2), 261–266. <https://doi.org/10.32696/ajpkm.v7i2.2507>
- Sari, Y. P., Tuti, H. K., & Nindhiani, F. J. (2025). Kajian Literatur: Potensi Asap Cair Sebagai Insektisida Alami Untuk Pengendalian Hama Tanaman. *Jurnal Pertanian Cemara*, 22(1), 124-129. . . *Jurnal Pertanian Cemara*, 22(1), 124-129., 22.
- Sari, N. M., Faisal Mahdie, M., Segah, R., Kunci: Rendemen, K., Sekam, A., & Cair, A. (2015). Rendemen Arang Sekam dan Kualitas Asap Cair Sekam Padi Charcoal Yiled and Liquid Smoke Quality of Paddy Husk. *Jurnal Hutan Tropis*, 3(3), 260–266.
- Sharabati, A. A. A., Ali, A. A. A., Allahham, M. I., Hussein, A. A., Alheet, A. F., & Mohammad, A. S. (2024). The Impact of Digital Marketing on the Performance of SMEs: An Analytical Study in Light of Modern Digital Transformations. *Sustainability (Switzerland)*, 16(19), 1–25. <https://doi.org/10.3390/su16198667>
- Syarief, M., & Erdiansyah, I. (2022). Potensi Asap Cair Arang Sekam terhadap Spodoptera litura dan Pengaruhnya terhadap Keanekaragaman Artropoda pada Tanaman Kedelai Edamame. *Agropross : National Conference Proceedings of Agriculture*, 327–337. <https://doi.org/10.25047/agropross.2022.303>
- Syarief, M., Ferdiansyah, I., & Setiawan, P. (2024). Efektivitas Senyawa Bioaktif Asap Cair Arang Sekam Terhadap Hama Walang Sangit (*Leptocoryza Oratorius* F.) Pada Tanaman Padi (*Oryza Sativa* L.). *Jurnal Agropplant*, 7(2), 103–117. <https://doi.org/10.56013/agr.v7i2.3000>
- Wahdiniwati, R., Sya'roni, D. A. W., & Setiawan, E. B.

(2019). Model Potensi Industri Kreatif Skala Usaha Mikro Kecil Kabupaten Bandung Barat Dalam Upaya Meningkatkan. *Jurnal Manajemen Pemasaran*, 13(2), 54–60.
<https://doi.org/10.9744/pemasaran.13.2.54>